



PRODUTO 02

RELATÓRIO CONSOLIDADO PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO
GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010,
PARA O MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA
ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/2013

Camanducaia, 26 de maio de 2013.

Empreendimento realizado com recursos da Cobrança PCJ



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Relatório Consolidado para Elaboração de Estudo Gravimétrico, em Conformidade com a Lei 12.305/2010, para o Município de Camanducaia-MG.

Camanducaia, 2013.

Contratante: Fundação Agência das Bacias PCJ

Rua Alfredo Guedes nº 1949, sala 604, Ed. Racz Center

CEP 13416-901 - Piracicaba/SP

Contratado: N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Endereços: Rua Paissandu, 577 sala 03, Centro CEP 13.800-165

Mogi Mirim/SP

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Elaboração:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMANDUCAIA

**GRUPO DE TRABALHO LOCAL E GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DA
ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E DO
PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO
MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA-MG**

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Os trabalhos descritos no presente Relatório Consolidados foram desenvolvidos pela empresa NS Engenharia Ltda, onde a equipe técnica composta para o desenvolvimento dos mesmos contempla os profissionais abaixo relacionados:

Coordenação Técnica da NS Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP

NEIROBERTO SILVA

Engenheiro Sanitarista

EQUIPE TÉCNICA

ANDRE LENHARE

Engenheiro Ambiental

ANDRESSA DANTAS DE LIMA

Engenheira civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

ANDRESSA MARQUES SIQUEIRA

Bióloga

ARACELI NEIDE FARIAS ALVES RATIS

Tecnóloga em Controle Ambiental

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

Dra. JULIANA DELGADO TINÔCO

Engenheira Civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

Doutora em Hidráulica e Saneamento/EESC/ESP

JOSE ANTONIO DUTRA SILVA

Engenheiro Ambiental e de Segurança no Trabalho

SAYONARA ANDRADE DE MEDEIROS

Engenheira Civil

Mestre em Engenharia Sanitária/UFRN

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

JÉSSICA PRISCILA ZANCO DA SILVA

Estagiária

EQUIPE DE GRAVIMETRIA

PAULO HENRIQUE BELLINGIERI

Engenheiro Civil
Mestre em Saneamento e Ambiente

JULIANA TELES SAKODA CHINALIA

Bióloga
Gerente de Projetos e Mestre em Educação Ambiental

RODRIGO PITA BOMFIM

Engenheiro ambiental

DOUGLAS SAVAN

Graduando em Agrimensura

JULLIANO CÉSAR GUERRERO

Engenheiro Ambiental

FERNANDO WILLIAM KA HENG MO

Engenheiro Ambiental

DANILO BISPO

Ajudante de Serviços Gerais

DIEGO GUARDIA

Ajudante de Serviços Gerais

PAULO INÁCIO DE ALMEIDA

Auxiliar administrativo

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Índice

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA	11
3.1 Aspectos regionais e demografia	11
3.2 Vegetação	11
3.3 Distritos e Municípios limítrofes.....	12
3.4 Atividades econômicas.....	12
3.5 Turismo	15
3.6 Sistema viário.....	16
4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO	17
5. RESULTADOS	28
5.1 Composição Gravimétrica	28
5.2 Peso Específico Aparente dos Resíduos	30
5.3 Teor de Umidade	31
5.4 Geração per capita.....	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	40
8. ANEXO I – ITEM 6 DO TERMO DE REFERÊNCIA DO ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/13 – TERMO DE REFERÊNCIA VISANDO A ELABORAÇÃO DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010, PARA 5 (CINCO) MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS BACIAS PCJ	42

Lista de Figuras

Figura 1 - Município de Camanducaia.....	11
Figura 2 - Vegetação em Camanducaia.....	12
Figura 3 - Zonas Agroecológicas em Camanducaia.....	13
Figura 4 - Plantio de batata em Camanducaia	14
Figura 5 - Criação de bovinos e ovinos em Camanducaia	15
Figura 7 - Materiais e EPI's utilizados no método.	18
Figura 8 - Coleta de resíduos dos caminhões.	19
Figura 9 - Amostra de 3m ³ sendo separada.....	19
Figura 10 - Disposição dos resíduos sobre a lona e retirada dos sacos e sacolas. ..	20
Figura 12 - Quarteamento e armazenamento da amostra final resultante de cada caminhão.....	21
Figura 13 - Seleção da amostra de 2 litros para determinação do teor de umidade do RSU.....	22
Figura 14 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente já inserida em estufa a 105°C.....	22
Figura 15 - Tambores com resíduos da amostra final sendo transportados até a balança e pesados	23
Figura 16 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo.....	24
Figura 17 - Pesagem dos resíduos segregados conforme quadro 1 e identificados através de etiquetas	26
Figura 18 - Retirada da amostra de 2L da estufa e pesagem da mesma.....	26

Lista de Quadro

Quadro 1 - Subdivisões dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	25
Quadro 2 - Composição Gravimétrica do município de Camanducaia.....	28
Quadro 3 - Resumo da composição gravimétrica do município de Camanducaia	29
Quadro 4 - Composição gravimétrica do município de Camanducaia.....	29
Quadro 5 - Peso específico dos RSD do município de Camanducaia	30
Quadro 6 - Determinação do teor de umidade	32
Quadro 7 - Geração <i>per capita</i> de RSD do município de Camanducaia-MG	33
Quadro 8. Índices estimativos de produção <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da população urbana.	34
Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (Continua).....	37

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Lista de siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

NBR - Norma Brasileira

PIB - Produto Interno Bruto

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSS - resíduos de serviço de saúde

RSU - Resíduos sólidos Urbanos

PWC – PriceWaterhouseCoopers

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um dos grandes desafios político, econômico e social para os municípios brasileiros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos últimos 50 anos o Brasil se transformou de um país agrário para um país urbano, sendo que em 2010, segundo o instituto, 85% de sua população está concentrada em áreas urbanas.

O crescimento das cidades brasileiras não foi acompanhado pela provisão de infraestrutura e de serviços urbanos (MMA, 2012), dentre eles a gestão e manejo dos resíduos sólidos.

Nos últimos anos o país tem se mobilizado no sentido de organização e estruturação referente ao tema resíduos sólidos. Instrumentos políticos foram criados, como é o caso das leis 11445/2007 e 12.305/2010 que instituem a Política Nacional de Saneamento Básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos respectivamente, as quais são essenciais e ditam as diretrizes para este processo de organização e estruturação dos municípios brasileiros.

Com relação às dificuldades econômicas condizentes a gestão dos resíduos sólidos, segundo o (PWC, 2011) os gastos com limpeza urbana consomem de 5% a 15% do orçamento municipal, o que é significativo para a gestão pública.

Cabe então ressaltar os fatores supracitados, a problemática dos resíduos sólidos urbanos não pode ser apenas encarada com o mérito técnico, aspecto relacionado aos procedimentos e processos envolvidos na coleta, transporte e destino, mas sim a aspectos de ordem social, ambiental, educacional, econômicos e estéticos (LAPORTA et al, 2006).

Através desses aspectos, podemos dizer que a diversidade relacionada a geração, seja ela qualitativa ou quantitativa, é intrínseca a cada município. Portanto, o estudo gravimétrico, que determina os aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos, será imprescindível para subsidiar o planejamento das ações e programas que este município implementará dentro de sua gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2. OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo analisar os aspectos referentes a qualidade do material e do volume de rejeitos gerados no município de Camanducaia, além de identificar o percentual dos materiais em sua constituição, correspondente ao aspecto quantitativo, respeitando a classificação que os resíduos sólidos urbanos recebem da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

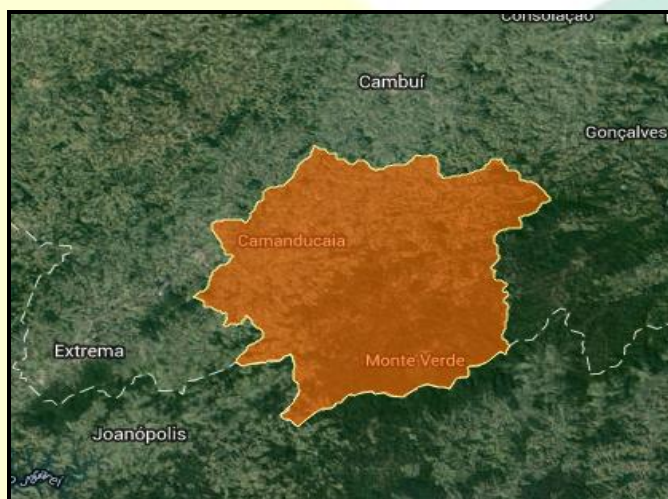
Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA

3.1 Aspectos regionais e demografia

Camanducaia é um município localizado no extremo sul do estado de Minas Gerais, mais precisamente na microrregião de Pouso Alegre. A população estimada pelo IBGE em 2014 é de 21.901 habitantes e a área da unidade territorial é de 528,48 km², e respectiva densidade demográfica de 39,89 hab/km².

Figura 1 - Município de Camanducaia



Fonte: IBGE (2014)

O município de Camanducaia possui relevo inclinado com topos íngremes, altitude média em torno de 1.200 de metros, clima tropical de altitude com precipitação média anual de 1.744,2 mm.

3.2 Vegetação

A vegetação natural, originalmente composta por matas, foi parcialmente retirada para dar lugar a pastagens e cultivos diversos. Apesar disso, verifica-se,

ainda hoje, a ocorrência de elevada proporção de matas (nativas e plantadas) relativamente à área total do município, além de capoeiras e capões de mata.

Para isso contribuiu bastante as implantações de eucalipto e pinus, explorados atualmente por diversas empresas do setor madeireiro, a exemplo da Cia Melhoramentos de papel e celulose, Minaspinus, dentre outras, e várias serrarias.

Figura 2 - Vegetação em Camanducaia



Fonte: Pelegrini (2009)

3.3 Distritos e Municípios limítrofes

O município tem como vizinhos a oeste: Extrema e Itapeva; a leste: Gonçalves, São Bento do Sapucaí e Santo Antônio do Pinhal; ao norte: Cambuí; ao sul: Joanópolis.

Possui ainda dois distritos: Monte Verde e São Matheus de Minas. Ademais, contempla quatro comunidades rurais: Fazenda Velha, Pessegueiro, Jaguari de Cima e Toco.

3.4 Atividades econômicas

Acompanhando o ritmo de cidades vizinhas, Camanducaia iniciou seu processo de industrialização em 1997 com a criação de seu distrito industrial.

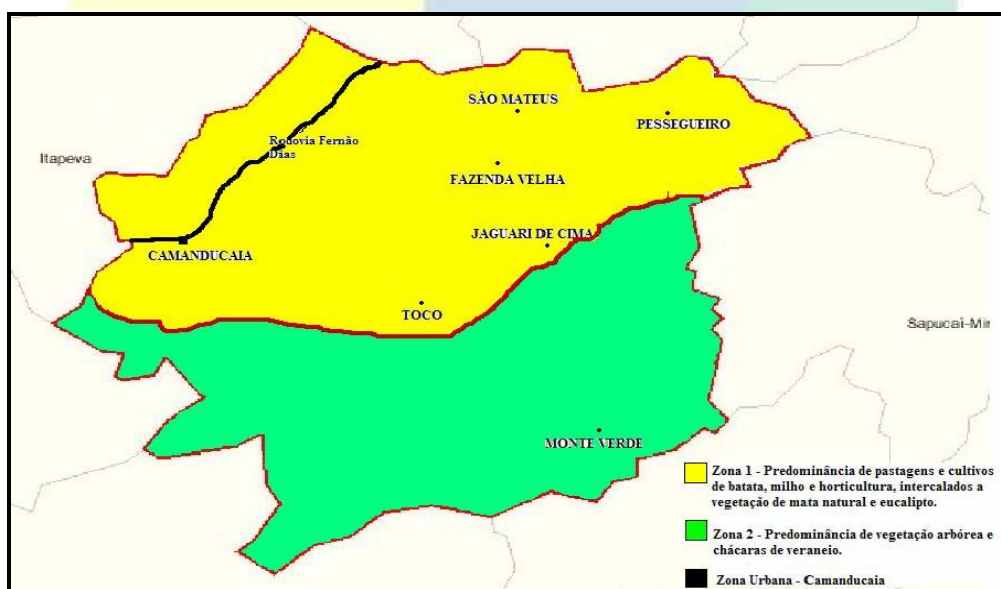
Algumas indústrias têm se instalado neste período, como por exemplo, a Uniminas Agro Industrial, a Masterplastic e a Reintel.

Camanducaia possui produção relevante de maçãs e batatas e produtos agrícolas de clima temperado, além de ter grande área de reflorestamento artificial, principalmente o pinheiro silvestre ou pinus, que abastece as diversas serrarias da região com madeiras extraídas das reservas artificiais, para uso em construção civil e móvel. Podemos citar a maior reflorestadora da região, a Companhia Melhoramentos de Papel e Celulose.

Segundo o IBGE (2011) seu PIB – Produto Interno Bruto *per capita* é de 12.896,89 reais. O IDH – Índice de Desenvolvimento Humano, em 2010, era de 0.689.

Apesar da variedade de atividades produtivas e comerciais desenvolvidas no município de Camanducaia, pode-se afirmar que seu território é relativamente homogêneo, se considerarmos especialmente os aspectos relativos à leitura da paisagem. Abaixo, na Figura 3, observam-se as especificações do zoneamento agroecológico:

Figura 3 - Zonas Agroecológicas em Camanducaia



Fonte: Pelegrini (2009)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

A Zona 1 se caracteriza pelo desenvolvimento das atividades típicas da produção rural, com predomínio de pastagens e diversos cultivos, além, evidentemente, da formação florestal que cobre parte de todo o município. De outro lado, na Zona 2, as atividades direcionadas para o lazer são mais evidentes, paralelamente à cobertura florestal.

Figura 4 - Plantio de batata em Camanducaia



Fonte: Pelegrini (2009)

Tratando-se de um município que apresenta significativa proporção de vegetação arbórea, as áreas destinadas às pastagens ocupam também uma posição importante na composição da paisagem, enquanto os cultivos temporários aparecem em posição imediatamente inferior. Também podem ser encontradas inúmeras áreas de pastagens degradadas, compostas, em grande parte por diversas gramas e por capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*). Com frequência, a condição das pastagens é agravada face à ocorrência de geadas durante o inverno.

Existem no município rebanhos especializados tanto para a produção de leite (formados a partir da introdução de reprodutores das raças Holandesa e Jersey) quanto para corte, compostos por animais da raça Nelore. Em número menor são encontradas as criações de cabras, ovelhas e peixes, sob variados sistemas de produção, mas que representam um potencial que merece ser mais bem aproveitado, diante das propícias condições de meio e da proximidade dos mercados.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 5 - Criação de bovinos e ovinos em Camanducaia



Fonte: Pelegrini (2009)

3.5 Turismo

Por força das atividades de turismo e lazer praticadas em Monte Verde, este distrito concentra um expressivo mercado para bens agrícolas, do qual, atualmente, os produtores do município pouco têm participado. Em vista disso, a maior parte das frutas, verduras, laticínios, doces, artesanato, além de outros produtos comercializados neste distrito, são adquiridos em outras praças e centros de distribuição. Apesar disso, os horticultores do município, geralmente, enfrentam dificuldades na comercialização da produção.

O município possui inúmeras atrações turísticas, como as grutas José Pereira, do Pico do Selado, além da bela cachoeira do Quinzinho, onde se pode pescar trutas. Mas são as áreas naturais de Monte Verde - distrito de Camanducaia - as mais belas e atrativas da região.

O distrito de Monte Verde, considerada a "Suíça Mineira" por sua semelhança com os Alpes Suíços, é hoje um dos melhores locais para quem deseja um maior contato com a natureza. Serras, cascatas, pinheiros, ciprestes e um ar mais puro compõem a sua paisagem. O distrito faz limites com o distrito de São Francisco Xavier (São José dos Campos).

Figura 6. Turismo no Distrito de Monte Verde



Fonte: Pelegrini (2009)

O município de Camanducaia ainda conta com eventos típicos como Carnaval de Rua, Aniversário da Cidade (20 de julho), Festa da Padroeira (8 de dezembro), Festa do Peão de Boiadeiro, entre outras festividades. Vem sediando, ao longo dos últimos anos, competições como os Jogos do Interior de Minas Gerais e os Jogos Escolares de Minas Gerais, competições oficiais promovidas pelo governo do Estado de Minas Gerais.

3.6 Sistema viário

O acesso ao município se dá pela Rodovia Fernão Dias (BR-381) até a cidade de Camanducaia, utilizando-se a Saída 918. A partir daí, são mais 30 quilômetros de estrada asfaltada até o município.

4. METODOLOGIA DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO

O Método da Composição Gravimétrica foi realizado no dia 15 e 16 de maio de 2014, na estação de transbordo do município de Camanducaia, local onde atualmente é destinado o resíduo domiciliar coletado no município.

O dia 15 foi utilizado para realização do preparo da amostra e determinação do teor de umidade dos resíduos, enquanto que o dia 16 foi utilizado para determinação do peso específico aparente, cálculo da geração de resíduos *per capita* e composição gravimétrica.

A atividade baseou-se nas orientações das NBRs 10.004 (ABNT, 2004) e 10.007 (ABNT, 2004), além do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) e principalmente do Termo de Referência referente ao aditivo do contrato 26/13 (anexo 1 deste relatório), respeitadas as características de geração do município em estudo.

Foram respeitadas principalmente as seguintes orientações do Termo de Referência:

- Realizar a coleta de amostras fora dos feriados e períodos sazonais como em datas de eventos importantes, períodos turísticos, etc...;
- Realizar o estudo entre segunda e quinta-feira.

Essas orientações são para evitar distorções nos resultados da composição gravimétrica, uma vez que a sazonalidade interfere na dinâmica do município, que pode receber turistas, ter migração temporária de munícipes para outros municípios em período de férias, dentre outros fatores que interferem na geração de resíduos do município.

As coletas das amostras iniciais do município de Camanducaia foram realizadas na área urbana, rural e em um de seus distritos, São Mateus, que abrangeu os bairros Monte Azul, do Mato, Embuabas, do Pingo, Pessegueiro, São Mateus e Camanducainha. A região rural abrangida foi Jaguari de Baixo e bairro da Ribeirada.

No primeiro dia (quinta-feira) o total de caminhões compactadores, oriundos de Camanducaia e do distrito de São Mateus, recebidos na área de transbordo foi igual a três, sendo todos eles aproveitados para a realização da coleta de três

amostras iniciais, uma de cada caminhão, equivalentes a aproximadamente 3m³ cada uma delas.

Para execução do trabalho de campo do primeiro dia foram utilizados os seguintes materiais: dois tambores metálicos de 200 litros, uma lona plástica de 6 x 6 metros, sacos de lixo de 50 e 100 litros, 3 enxadadas e 3 pás metálicas, duas vassouras, além dos EPI's básicos como máscara anti-odor e luvas para os três integrantes da equipe técnica.

Figura 7 - Materiais e EPI's utilizados no método.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

A sequência das atividades realizadas em campo foi:

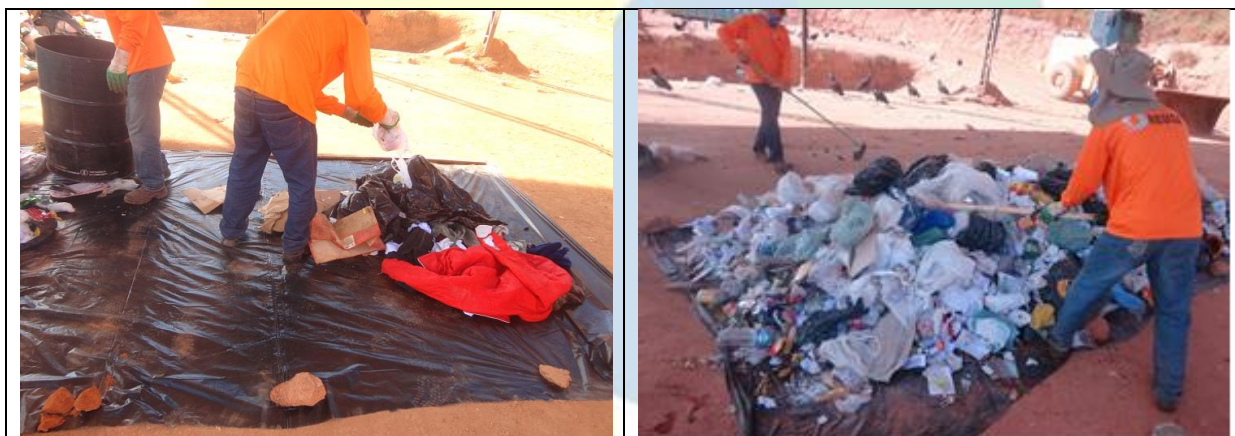
- De cada caminhão oriundo da coleta domiciliar de Camanducaia eram coletados sacos e sacolas de resíduos, aleatoriamente, e seguindo o procedimento da NBR 10.007/2004, de onde foram retirados das laterais, base e topo da pilha de resíduos. Estes sacos e sacolas foram suficientes para encherem quinze tambores de 200 litros, totalizando 3.000 litros ou 3m³.

Figura 8 - Coleta de resíduos dos caminhões.



Fonte: NSENGENHARIA (2014)

Figura 9 - Amostra de 3m³ sendo separada



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

- As amostras foram colocadas sobre a lona plástica, em área plana a céu aberto e misturadas com o auxílio de pás e enxadas, rasgando-se os sacos plásticos, caixas de papelão, caixotes e outros materiais utilizados no acondicionamento dos resíduos, até se obter um lote homogêneo.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 10 - Disposição dos resíduos sobre a lona e retirada dos sacos e sacolas.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

Figura 11. Homogeneização dos resíduos.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

- Na fração de resíduos homogeneizada foram realizados dois quarteamentos, sendo que o primeiro resultou em cerca de 750 litros em cada quarto. Foram selecionados dois dos quartos resultantes (quartos opostos) e descartados os outros dois. Os dois quartos selecionados foram novamente homogeneizados e quarteados, restando cerca de 375 litros em cada quarto. Foram

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

selecionados dois quartos opostos e armazenados temporariamente em bags, cerca de 750 litros.

Figura 12 - Quarteamento e armazenamento da amostra final resultante de cada caminhão.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

- O procedimento descrito acima foi repetido para cada caminhão. No final do dia, após a chegada de todos os caminhões e realizados os quarteamentos, a amostra final de cada caminhão, cerca de 750 litros cada, foi misturada e homogeneizada. Foi realizado um quarteamento final e selecionados dois quartos opostos e descartados os dois restantes. Dessa forma, ao final desse processo restou apenas uma amostra de resíduo de um pouco mais de 1 m³ (1.000 L).
- Desta amostra final, foram retirados aproximadamente 2 litros de resíduos aleatoriamente com objetivo de determinar o teor de umidade. Esta amostra foi picotada com facão e inserida dentro de um recipiente de inox aferido em 2 litros. Este recipiente foi tarado, posteriormente pesado com o resíduo, e na sequência inserido em uma estufa de secagem e esterilização onde permaneceu a 105°C por 24 horas.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Figura 13 - Seleção da amostra de 2 litros para determinação do teor de umidade do RSU.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

Figura 14 - Amostra de 2L de resíduos sendo pesada e posteriormente já inserida em estufa a 105°C.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

- Após a separação da amostra de 2 litros para determinar o teor de umidade do resíduo, a amostra final de 1m^3 selecionada ao final do dia foi pesada para determinação do peso específico do resíduo. Para isso foram utilizados 2 tambores de 200 litros, identificados como 1 e 2, tarados, ou seja, pesados vazios, e posteriormente preenchidos por algumas vezes até que se obtivesse o equivalente a 5 tambores (1m^3).

Figura 15 - Tambores com resíduos da amostra final sendo transportados até a balança e pesados



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

As atividades referentes ao dia 15/05 se encerraram após a pesagem dos tambores contendo a amostra final de 1m^3 . Já as atividades referentes ao dia 16/05 iniciaram-se com a composição gravimétrica conforme descritas a seguir:

- O volume de 1m^3 selecionado no dia 15/05 foi espalhado sobre a lona plástica e os resíduos foram separados minuciosamente de acordo com as subdivisões descritas no quadro posterior às figuras.

Figura 16 - Segregação e armazenamento de cada tipo de resíduo.



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 1 - Subdivisões dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Estudo Gravimétrico
Orgânicos
Matéria orgânica + Massa Verde
Recicláveis secos
Papel/Jornais/Revistas
Papelão
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)
Plástico duro (embalagens, etc)
PET
Metais ferrosos
Alumínio
Vidros
Embalagens mistas
Demais Recicláveis
Isopor
Borracha
Madeira
Ráfia
Rejeitos
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc
Tecidos/sapatos
Demais rejeitos (bituca de cigarro, espuma, etc.)
Serviço de Saúde
Total

Material (Resumo)
Orgânicos
Recicláveis secos
Demais Recicláveis
Rejeitos
Serviço de Saúde

- Após a segregação, cada tipo de resíduo foi pesado separadamente e anotado seu valor com objetivo de determinar a composição gravimétrica através do peso em Kg e do percentual de peso de cada resíduo.

Figura 17 - Pesagem dos resíduos segregados conforme quadro 1 e identificados através de etiquetas



Fonte: NS ENGENHARIA (2014).

- Paralelamente a pesagem dos resíduos segregados, a amostra de 2 litros, armazenada na estufa a 105°C, atingiu o tempo de 24 horas. Então foi retirada e pesada para obtenção do teor de umidade, encerrando assim as atividades do dia 16/05.

Figura 18 - Retirada da amostra de 2L da estufa e pesagem da mesma



Fonte: NS ENGENHARIA (2014)

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

As atividades realizadas nos dias 15 e 16/05 possibilitaram a obtenção das características qualitativas e quantitativas dos resíduos, evidenciando seus aspectos físicos. Os resultados serão apresentados no item seguinte. Vale ressaltar que os resíduos excedentes das coletas realizadas nestes dias foram removidos através de pá carregadeira para as carretas que transportavam estes resíduos do transbordo até um aterro sanitário.



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

5. RESULTADOS

5.1 Composição Gravimétrica

No **Quadro 2** é apresentada a tradução percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada (peso de cada componente / peso total da amostra). Esses resultados representam valores da amostra final de 1m³ coletada no final do primeiro dia de trabalho e pesadas individualmente no final do segundo dia.

Quadro 2 - Composição Gravimétrica do município de Camanducaia

Estudo Gravimétrico	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	29,260	32,25
Matéria orgânica + Massa Verde	29,260	32,25
Recicláveis secos	28,600	31,53
Papel/Jornais/Revistas	3,440	3,79
Papelão	3,860	4,25
Plástico maleável (sacolas, sacos, etc)	9,420	10,38
Plástico duro (embalagens, etc)	4,300	4,74
PET	1,040	1,15
Metais ferrosos	1,800	1,98
Alumínio	0,400	0,44
Vidros	2,060	2,27
Embalagens mistas	2,280	2,51
Demais Recicláveis	4,960	5,47
Isopor	0,060	0,07
Borracha	2,420	2,67
Madeira	1,780	1,96
Ráfia	0,700	0,77
Rejeitos	27,640	30,47
Papel higiênico/fraudas/absorventes, etc	18,300	20,17
Tecidos/sapatos	9,300	10,25
Espuma	0,040	0,04
Serviço de Saúde	0,260	0,29
Total	90,720	100,00

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

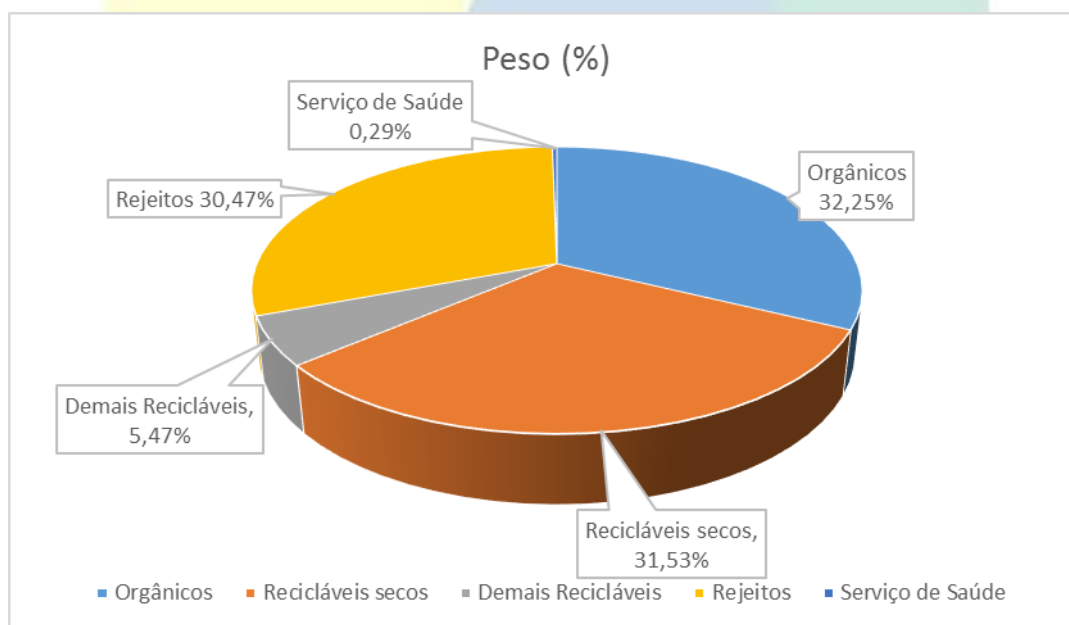
Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 3 - Resumo da composição gravimétrica do município de Camanducaia

Material (Resumo)	Peso (Kg)	Peso (%)
Orgânicos	29,260	32,25
Recicláveis secos	28,600	31,53
Demais Recicláveis	4,960	5,47
Rejeitos	27,640	30,47
Serviço de Saúde	0,260	0,29

Para facilitar a visualização, o gráfico seguinte demonstra as porcentagens dos componentes subdivididos de forma mais macro.

Quadro 4 - Composição gravimétrica do município de Camanducaia



N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

5.2 Peso Específico Aparente dos Resíduos

Através do estudo, determinou-se também o peso específico aparente dos resíduos. Peso específico aparente é o peso do resíduo solto em função do volume ocupado livremente, sem compactação. O peso específico foi retirado da amostra final de 1m³ antes da realização da segregação para determinar a composição gravimétrica, por isso seu peso foi superior à soma final de todos os componentes segregados, já que pode ocorrer pequenas perdas durante a segregação. O quadro seguinte demonstra o peso dos 5 tambores cheios, totalizando 1m³.

Quadro 5 - Peso específico dos RSD do município de Camanducaia

PESO ESPECÍFICO DA AMOSTRA DE 1m ³			
MUNICÍPIO			CAMANDUCAIA-MG
DATA DAS COLETAS DOS RSD			15/mai
COLETA FINAL	1m ³		
TAMBORES	PESO DO TAMBOR (TARA) (Kg)		
TAMBOR 1	13,42		
TAMBOR 2	13,38		
TAMBORES	PESO (Kg)	TAMBOR UTILIZADO	PESO - TARA (Kg)
TAMBOR 1	27,1	TAMBOR 1	13,68
TAMBOR 2	30,44	TAMBOR 2	17,06
TAMBOR 3	31,34	TAMBOR 2	17,96
TAMBOR 4	34,38	TAMBOR 1	20,96
TAMBOR 5	43,26	TAMBOR 1	29,84
PESO TOTAL (Kg) SUBTRAINDO-SE A TARA DOS TAMBORES	99,5		

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

A determinação do peso específico é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações. O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) orienta a utilização dos valores de 230 kg/m³ para o peso específico do resíduo domiciliar, 280 kg/m³ para os resíduos de serviços de saúde e de 1.300 kg/m³ para resíduos da construção civil, valores estes estimados e não necessariamente ideais. O obtido do estudo foi:

$$\frac{\text{Peso total da amostra (em kg)}}{\text{Volume do tambor (em m}^3\text{)}} = 99,5 \text{ kg/m}^3$$

Esse valor encontrado é muito inferior ao adotado pelo Manual por vários fatores, como por exemplo: a porcentagem de matéria orgânica resultou em 32% neste estudo realizado, significativamente inferior ao resultado apresentado pelo Manual que é de 65%. Os resíduos recicláveis secos representados por este estudo foram de aproximadamente 32%, enquanto que no Manual é de aproximadamente 25%. Estes dados influenciam diretamente no peso específico, que a matéria orgânica é o resíduo com maior densidade, conforme visto nos resultados do quadro 3, enquanto que os resíduos recicláveis secos são mais volumosos, porém com menor peso, o que proporciona alguns vazios no tambor, ocasionando a redução de peso específico da amostra. Os resultados serão discutidos com maior abrangência no item “considerações finais”.

5.3 Teor de Umidade

O Teor de umidade, segundo (IBAM, 2001), representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso. Este parâmetro se altera em função das estações do ano e da incidência de chuvas, podendo este índice variar, sendo estimado entre 40 a 60%. Esta característica do resíduo pode influenciar principalmente nos processos de tratamento e destinação final do lixo.

A incineração é um exemplo importante de tratamento que deve considerar a umidade dos resíduos, uma vez que a umidade se relaciona com outras características, como é o caso da massa específica e calor calorífico, este último essencial para obter-se o potencial de aproveitamento energético proveniente da incineração.

O resultado obtido do teor de umidade de Camanducaia está representado na tabela seguinte:

Quadro 6 - Determinação do teor de umidade

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE			
PESO RECIPIENTE (Kg)	0,22	Recipiente 2L	
PESO AMOSTRA RSD INICIAL(kg)	0,6	PESO AMOSTRA RSD (Kg) - PESO RECIPIENTE (kg)	0,38
PESO RSD SECO (Kg) PÓS ESTUFA	0,42	PESO RSD SECO (kg) - PESO RECIPIENTE (Kg)	0,2
TEOR DE UMIDADE = $\frac{\text{PESO AMOSTRA RSD} - \text{PESO RSD SECO}}{\text{PESO AMOSTRA RSD}}$			TEOR DE UMIDADE = 47,37%

O teor de umidade dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta regular realizada em Camanducaia é de 47,37%, se enquadrando no percentual citado pelo Manual.

5.4 Geração per capita

A metodologia sugerida pelo termo de referência, anexo 1 deste relatório, indica a conjunção entre dados primários, obtidos durante o estudo, e secundários, estes últimos obtidos através de informações literárias.

Segundo (IBAM,2001), a geração *per capita* pode ser obtida através do peso específico obtido durante o estudo, que combinado a quantidade de caminhões que o município recebe durante um dia é possível obter-se a massa deste resíduo, ou seja, Peso específico = Massa/Volume, onde o volume é referente aos resíduos que chegaram dos caminhões para serem aterrados.

Ainda segundo o Manual, obtendo-se a massa (Kg) gerada durante o dia é necessário verificar qual percentual da população é atendida pela coleta. Posteriormente é necessário aplicar este percentual na população total do município, dado este disponível em fontes como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por fim, ao identificar a população atendida, basta dividir o valor da massa pela população atendida, obtendo-se a geração *per capita* do município.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

No **Quadro 7** é apresentado o resultado da geração *per capita*.

Quadro 7 - Geração *per capita* de RSD do município de Camanducaia-MG

GERAÇÃO PER CAPITA DO MUNICÍPIO DE CAMANDUCAIA-MG	
Itens para o Cálculo da Geração Per Capita de Resíduos Sólidos	Dados
População (hab.)	21901
Percentual População atendida pela coleta regular (%)	100
Quantidade de caminhões referente ao dia (15/05)	3
Capacidade de armazenagem dos RS de cada caminhão (m³) - volume livre	40
Volume livre dos RS destinados ao aterro durante o dia (m³)	120
Peso Específico (Kg/m³)	99,5
Massa de resíduos gerada diariamente (Kg)	11940
Geração Per Capita (Kg/(hab. x dia))	0,54518

Durante aplicação desta metodologia, notou-se discrepância no resultado comparado à produção *per capita* da população urbana estabelecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos (2013) e no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo – Versão Preliminar Volume I Panorama (2014). Vale ressaltar que estes índices foram elaborados pelo Grupo de Trabalho composto por técnicos da CETESB e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA), com participação de outros órgãos estaduais específicos, sob coordenação da Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA), todos com vasta experiência no segmento. Apesar da CETESB representar o Estado de São Paulo, optou-se por realizar esta comparação devido à proximidade que o município de Camanducaia tem com a divisa do Estado de São Paulo, além de fazer parte da bacia hidrográfica do PCJ que possui municípios de São Paulo e Minas Gerais.

Quadro 8. Índices estimativos de produção *per capita* de resíduos sólidos urbanos, adotados em função da população urbana.

POPULAÇÃO (hab)	PRODUÇÃO (Kg/hab.dia)
Até 25.000	0,7
De 25.001 a 100.000	0,8
De 100.001 a 500.000	0,9
Maior que 500.000	1,1

FONTE: CETESB (2013)

Segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos elaborado pela CETESB, para os municípios onde são efetuadas pesagens das quantidades de resíduos destinados ao tratamento e/ou disposição final, poderão ocorrer índices diferentes dos acima indicados, em decorrência de vários fatores, tais como: tipo de atividade produtiva predominante no município, nível socioeconômico, sazonalidade de ocupação, existência de programas de coleta seletiva e de ações governamentais que objetivam a conscientização da população quanto à redução da geração de resíduos.

Nestas condições, o inventário deve ser utilizado como um instrumento de acompanhamento das condições ambientais e sanitárias dos locais de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos e não como fonte de informações sobre as quantidades de resíduos efetivamente geradas nos municípios.

Assim como descrito no inventário pode-se considerar que para a metodologia utilizada neste trabalho, extraída do Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos IBAM (2001), ocorrerão discrepâncias em decorrência destas variações naturais citadas, e de outros fatores adversos relacionados a metodologia, tais como: os caminhões coletores compactadores considerados no dia de estudo não estarem completamente ocupados, o que interfere no volume livre calculado; dificuldades em identificar o percentual de população atendida por bairro coletado na data de estudo, o que pode afetar a

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

relação geração de RS por habitante; considerar apenas um dia de estudo uma vez que a quantidade coletada pode variar durante a semana.

As duas metodologias visam a estimativa de geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos por habitante.dia, por isso entende-se que os dados de geração provenientes delas não deverão ser utilizados como fonte de informações conforme supracitado, uma vez que para isto é necessário a pesagem dos resíduos.

O estudo realizado de extrema importância por oferecer um panorama sobre os aspectos físicos da gravimetria dos resíduos, porém é imprescindível que os municípios atualizem estes estudos e realizem outros complementares em períodos diferentes, tais como em períodos de férias, grandes eventos, com objetivo de obter dados contínuos e mais abrangentes. Também é necessário que os municípios se mobilizem para realizar a pesagem dos resíduos, o que tornam mais precisos os resultados de geração *per capita*.

Portanto, o resultado de geração *per capita* obtida por este estudo, 0,54518 Kg/habitante.dia, quando comparado ao resultado demonstrado pela CETESB de 0,7 Kg/habitante.dia é menor e pode ser justificado segundo os seguintes fatores de influência para este município: caminhões não chegaram totalmente lotados e a quantidade de caminhões diárias varia de acordo com os dias da semana, já que existe o caminhão que faz a coleta no distrito de Monte Verde, que não realizou coleta neste dia. Dessa forma, deve-se adotar o valor demonstrado pela CETESB.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada característica dos resíduos sólidos, em particular, seja ela física, química ou biológica, exerce determinada influência sobre o planejamento de um sistema de limpeza urbana ou sobre o projeto de determinadas unidades que compõem tal sistema.

Os estudos realizados em Camanducaia-MG foram com objetivo de determinar as características físicas dos resíduos, o que incluiu a composição física.

Há que se considerar ainda, diversos fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos. Por exemplo, é fácil imaginar que em época de chuvas fortes o teor de umidade no lixo cresce, que há um aumento do percentual de alumínio (latas de cerveja e de refrigerantes) no carnaval e no verão e que os feriados e períodos de férias escolares influenciarão a quantidade de lixo gerada em cidades turísticas. Assim, tomou-se o devido cuidado com os valores que traduzem as características dos resíduos, já que foram levados em consideração estes fatores que influenciam principalmente no que concerne às características físicas, pois os mesmos são muito influenciados por fatores sazonais, que podem conduzir o projetista a conclusões equivocadas.

Os principais fatores que exercem forte influência sobre as características dos resíduos estão listados no **Quadro 9**.

Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (Continua).

FATORES	INFLUÊNCIA
1. Climáticos	
Chuvas Outono Verão	• Aumento do teor de umidade • Aumento do teor de folhas • Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos)
2. Épocas especiais	
Carnaval	• Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos rígidos).
Natal/ Ano Novo/ Páscoa	• Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais). • Aumento de matéria orgânica
Dia dos Pais/ Mães	• Aumento de embalagens (papel/papelão e plásticos maleáveis e metais)
Férias escolares	• Esvaziamento de áreas da cidade em locais não turísticos • Aumento populacional em locais turísticos
3. Demográficos	
População urbana	• Quanto maior a população urbana, maior a geração per capita
4. Socioeconômicos	
Nível cultural	• Quanto maior o nível cultural, maior a incidência de materiais recicláveis e menores a incidência de matéria orgânica.
Nível educacional	• Quanto maior o nível educacional, menor a incidência de matéria orgânica.
Poder aquisitivo	• Quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e menor a incidência de matéria orgânica
Poder aquisitivo (no mês)	• Maior consumo de supérfluos perto do recebimento do salário (fim e início do mês)
Poder aquisitivo (na semana)	• Maior consumo de supérfluos no fim de semana

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Quadro 9 - Fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos (conclusão).

FATORES	INFLUÊNCIA
Desenvolvimento tecnológico Lançamento de novos produtos Promoções de lojas comerciais Campanhas ambientais	• Introdução de materiais cada vez mais leve, reduzindo o valor do peso específico aparente dos resíduos. • Aumento de embalagens • Aumento de embalagens • Redução de materiais não biodegradáveis (plásticos) e aumento de materiais recicláveis e/ou biodegradáveis (papéis, metais e vidros)

Através da caracterização do município de Camanducaia observa-se que o município possui áreas bem definidas, dividindo-se entre rural e urbana. O município possui cultivos na área rural enquanto que a área urbanizada destaca-se pela presença de indústrias.

Característica como a de possuir parque industrial desenvolvido, pequena área urbana, pontos turísticos, influenciam no elevado PIB *per capita*, segundo (IBGE, 2011) é de R\$12.896,89, e IDH que corresponde a 0,689.

Com relação ao turismo, destaca-se o distrito de Monte Verde que pertence ao município de Camanducaia. Recebe grande quantidade de turistas principalmente na estação de inverno devido as condições naturais da região favorecerem as visitas nesta estação. Como o estudo foi realizado fora de alta temporada, os resultados ressaltaram a realidade do município sem considerar esta sazonalidade.

Neste caso, é importante frisar que não houve interferência nos resultados por conta do turismo, porém o elevado PIB *per capita* resulta em consumo significativo de recicláveis. Nota-se que o resultado da composição gravimétrica referente aos resíduos recicláveis secos está semelhante a média nacional descrita no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) que é de 31,9%, sendo que elevado o resultado do município de Camanducaia foi de 31,53%.

Cabe ao município, que já pratica coleta seletiva e comercialização dos resíduos recicláveis, identificar maneiras de aprimorar gestão deste processo, através da aquisição de maquinário que auxilie na triagem, através da elaboração de plano municipal de coleta seletiva que proporcione visão administrativa e operacional para identificar possíveis entraves e sugerir soluções.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

Camanducaia possui área destinada ao cultivo de frutas e legumes, o que potencializa a geração dos resíduos orgânicos como restos de cultivos e massa verde. Atualmente não é realizada compostagem pela prefeitura, já que os resíduos são encaminhados para uma estação de transbordo, e destinadas posteriormente a um aterro sanitário.

A composição gravimétrica indicou 32,25% de matéria orgânica, que está abaixo do indicado no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que indicam 65% e 51,4% respectivamente. Apesar de ser um resultado inferior à média nacional, ainda sim é representativo para que o município reflita sobre a implantação do sistema de compostagem. O resultado do teor de umidade, apesar de ser uma amostra de 2 litros retirada de forma aleatória de uma amostra final de 1m³, foi de 47,37%, o que evidencia a presença desta matéria orgânica, já que não ocorreram chuvas durante a coleta das amostras.

Os resíduos de serviço de saúde (RSS) encontrados na composição gravimétrica representaram 0,29% do total dos resíduos integrantes do estudo, o que pode ser considerado como normal, já que o município realiza a terceirização do serviço de coleta e tratamento destes resíduos.

Cabe ao município prosseguir a fiscalização da coleta e destinação final destes resíduos, incentivar o trabalho de conscientização das pessoas que trabalham na área de saúde, através da educação ambiental nos departamentos geradores de RSS para que ocorra a correta segregação dos resíduos e assegure a destinação final ambientalmente correta.

Para os demais resíduos recicláveis, o percentual gerado considerando todos somados é ínfimo (5,47% do total), cabendo ao poder público avaliar a viabilidade de se implantar tecnologias para o tratamento ou reciclagem de resíduos como isopor, madeira, borracha, dentre outros, ou proceder com a destinação final correta dos mesmos.

Nota-se finalmente os rejeitos, resíduos a serem aterrados, representam 30,47% do total da amostra estudada, o que evidencia importância de se tomar ações que possibilitem o aproveitamento dos resíduos avaliados, tendo ciência de que a destinação final ao aterro sanitário poderá ser ínfima comparada a atual realidade.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Segunda edição – 31.05.2004.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. **GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMICILIARES E PERFIL SOCIOECONOMICO NO MUNICÍPIO DE SALINAS, MINAS GERAIS**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v. 3, n.2, p. 73-90, 2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo. Versão Preliminar, Vol I, Panorama, 2014**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Inventário de Resíduos Sólidos Domiciliares**. 2013.

DE SOUZA, G. C., GUADAGNIN, M. R. – **CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: O MÉTODO DE QUARTEAMENTO NA DEFINIÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA EM COCAL DO SUL-SC**, 3º Seminário Regional Sul de Resíduos Sólidos – UCS – Caxias do Sul – RS.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades 2014 – Camanducaia**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso 28 de maio de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. Governo Federal. **MANUAL – GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

INSTITUTO PARA DEMOCRATIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E MEIO AMBIENTE – WEB-RESOL. SEDU – Secretaria Nacional de Saneamento. Governo Federal. – **CARTILHA DE LIMPEZA URBANA.**

LAPORTA, Márcia; VALLE, Murilo. **Dinâmica dos Resíduos Sólidos e o Universo dos Atores em Santo André.** In: LAPORTA, Márcia; VALLE, Murilo; MILANI, Pedro Henrique; ARAÚJO, Roberto Vasques de Campos; BUONAVITA, Fábio (Org.). Gestão de resíduos sólidos: dilemas atuais. Santo André: Centro Universitário Fundação Santo André, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Governo Federal. – **PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.** Brasília, 2012.

NUCASE. Resíduos Sólidos: **plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2** / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: RECESA, 2007, 96 p.

PELEGRINI, D.F. **Diagnóstico Rural do Município de Camanducaia.** Disponível em:< <http://www.epamiq.br>>. Acesso 28 de maio de 2014.

PWC – PRICEWATERHOUSECOOPERS. **Guia de orientação para adequação dos Municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** [s.l.]: PwC, 2011.

QUISSINI, CS., PESSIN, N. CONTO, S.M., GOMES, F.M. **Determinação dos aspectos quantitativos dos resíduos sólidos domésticos – estudo de caso município de São Marcos.** In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., 2007.

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

8. ANEXO I – ITEM 6 DO TERMO DE REFERÊNCIA DO ADITIVO AO CONTRATO Nº 26/13 – TERMO DE REFERÊNCIA VISANDO A ELABORAÇÃO DO ESTUDO GRAVIMÉTRICO, EM CONFORMIDADE COM A LEI Nº 12.305/2010, PARA 5 (CINCO) MUNICÍPIOS PERTENCENTES ÀS BACIAS PCJ .

6. ESCOPO DOS SERVIÇOS

O escopo do presente documento refere-se à realização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos de 05 (cinco) municípios pertencentes às Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (lotes 1, 2 e 3), conforme Tabela 5 – Distribuição dos municípios por lote. O presente escopo contempla a realização de 1 (uma) campanha de amostragem, de acordo com as especificações a seguir, metodologia especificada no TR em questão, bem como com as previstas na legislação federal e normas técnicas pertinentes:

- Realização do estudo da composição gravimétrica dos RSD da área urbana
- a) Definição dos períodos e da frequência da coleta das amostras dos RSD, considerando época de festividades, férias escolares, dentre outras particularidades do município, procurando-se, assim, evitar distorções de sazonalidade;
- b) Determinação setores para a coleta da amostragem, bem como do número de amostras que serão utilizadas em cada setor (padrão);
- c) Coleta de amostras pelos caminhões coletores nos períodos pré-determinados;

Obs.: A Tabela 6 - Data das coletas dos resíduos sólidos domiciliares exemplifica os itens listados acima:

Tabela 6 - Data das coletas dos resíduos sólidos domiciliares

Setor	Coleta 1/n		Coleta 2/n	(...)	Coleta n/n	Período

Fonte: Adaptado de Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.3, n.2, p.73-90, 2012.

d) Determinação da composição gravimétrica: deve ser realizada empregando a metodologia do quarteamento, procedimento utilizado para se obter uma amostra significativa do volume total, que conforme Jardim et al. (1995), consiste em dividir uma amostra pré-homogeneizada, sendo três amostras retiradas da base e laterais e outra com o mesmo volume retirada do topo, em quatro partes iguais, procedendo-se o descarte dos quartis vis a vis realizando nova homogeneização em etapas subsequentes até a obtenção do volume desejado;

i) Para analisar a composição gravimétrica dos RSD gerados pela população estudada, os seguintes materiais e procedimentos básicos podem ser utilizados/realizados:

- Definição de área para a realização da gravimetria e impermeabilização do terreno (área plana), de forma a prevenir a contaminação da amostra (lona impermeável);

- Após a coleta dos RSD realizada por um caminhão do tipo basculante, os resíduos devem ser transportados para local destinado para a realização do estudo gravimétrico. Em seguida, o caminhão deve realizar a descarga de todo o material coletado no respectivo setor sobre a área impermeabilizada;

Após a descarga dos resíduos na área impermeabilizada, deve ser realizado o rompimento dos sacos e embalagens para a homogeneização dos resíduos nas partes a serem amostradas (enxada, pá);

- Em seguida deve ser realizada a coleta de quatro amostras (de “x” litros cada) na pilha, sendo três na base e laterais e uma no topo da pilha inicial, considerando-se ainda os materiais rolados, como por exemplo vidros, latas etc. (tonéis com capacidades iguais para cada amostra);

N S Engenharia Sanitária e Ambiental S/S Ltda. EPP.

Rua Paissandu, 577 – Sala 3 – Centro – Mogi Mirim -SP - CNPJ – 02.470.978/0001-42 – Inscr. Estadual – Isenta

Tel. – (19) – 3804-1818 nsengenharia@uol.com.br

- Pesagem dos resíduos (balança devidamente calibrada);
- Depois de pesadas as amostras selecionadas, os resíduos devem ser dispostos sobre a área impermeabilizada em quatro montes de “x” litros cada, sendo este o primeiro quarteamento. Duas partes devem ser descartadas e duas preservadas, procedendo-se com nova homogeneização e novo quarteamento, até se obter “x” litros de resíduo;
- A partir da amostra de “x” litros, sobre a área impermeabilizada, deve iniciar-se a etapa de catação e separação dos RSD para a análise gravimétrica;
- Em seguida, deve-se proceder a pesagem de cada categoria de resíduo em estudo, para a determinação do seu percentual em relação à massa total.

Obs.: Devem ser utilizados durante toda a caracterização gravimétrica, os equipamentos de proteção individual aplicáveis (luvas, botas, protetor respiratório).

ii) A determinação da composição gravimétrica dos RSD foi obtida relacionando a fração total de cada categoria após a separação em relação à massa total das amostras coletadas em cada setor, de acordo com a seguinte relação:

$$\text{Categoria (\%)} = \frac{\text{massa da fração da categoria (kg)} \times 100}{\text{massa total da amostra coleta (kg)}}$$

As etapas para a análise da composição gravimétrica dos RSD foram baseadas na Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA/MCidades - 2007) e em Ranuci (2008).

iii) Todos os parâmetros propostos a serem estudados (vide item 4.2 e sub itens 4.2.1 a 4.2.5), associados às características físicas (item 4.3) dos resíduos, descritos no presente TR, devem ser considerados e expressos nos resultados das amostras coletadas, bem como nos relatórios finais do objeto contratado, no que tange a todos os municípios descritos no item 5 do TR.